

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-182118

(43)Date of publication of application : 12.07.1996

(51)Int.Cl.

B60L 15/20

(21)Application number : 06-320540

(71)Applicant : FUJI HEAVY IND LTD

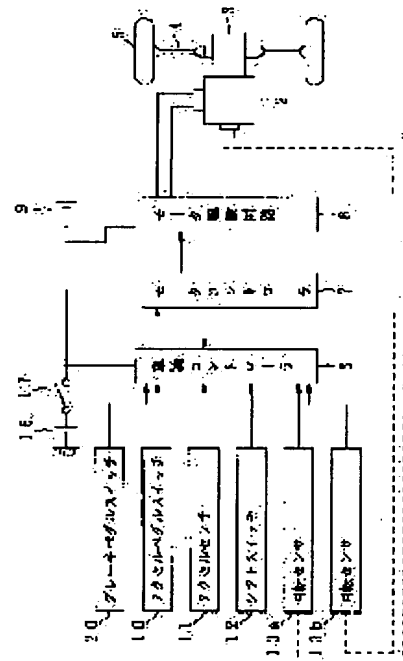
(22)Date of filing : 22.12.1994

(72)Inventor : SUZUKI AKIRA

**(54) DRIVE CONTROLLER FOR ELECTRIC VEHICLE****(57)Abstract:**

**PURPOSE:** To ensure the steering stability on a pavement having low frictional resistance along with the operational performance by performing the torque control of a motor surely depending on the slip state of wheel.

**CONSTITUTION:** A vehicle controller 8 operates the acceleration of wheel based on the number of rotation of a motor 2 and presence of slip is determined based on the acceleration thus operated and a current torque command value T. When a slip is present, a command for lowering the torque of the motor 2 is sent to a motor controller 7. When the slip is not present, a transition is made to normal travel control after the current torque command value reaches a basic torque value. With such arrangement, a smooth traveling can be realized on a road having low frictional resistance.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] 06.11.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 16.03.2004

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

**BEST AVAILABLE COPY**

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

This Page Blank (upside)

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] A slip detection means to compute the acceleration of the rotational frequency empty vehicle ring of a drive motor, and to judge the existence of a slip of a wheel from the acceleration of this wheel, and the acceleration of the car body based on the torque command value of said drive motor, When judged with those of a wheel with a slip by said slip detection means, When the torque down of the torque command value to said drive motor was carried out and it is judged with having no slip of a wheel by said slip detection means, The drive control unit of the electric vehicle characterized by having the torque control [ value / to said drive motor / torque command ] means according to the amount of accelerator pedal treading in controlled to usually become the command value of transit.

---

[Translation done.]

11th Page Blank (except)

## \* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the drive control unit of the electric vehicle which improves the driving stability in a low friction way.

[0002]

[Description of the Prior Art] Generally, although the smooth operation feeling was obtained by the flat torque characteristic of a motor in the electric vehicle, on the other hand, by snow coverage, freezing, etc., since the low running torque of a motor was comparatively large when a road surface condition is bad, delicate accelerator actuation was required, and there was a problem that an operator's burden increased.

[0003] For this reason, in case an electric vehicle departs for JP,5-95110,U from a low mu way for example, by detecting the existence in which a road surface gets wet, restricting the output current at the time of start, and controlling a motor brake horsepower, when the signal judged that the road surface has got wet is received, the technique of preventing a tire slipping is indicated.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, even if the road surface has got wet, a tire does not necessarily slip, like said advanced technology, if a motor output is uniquely controlled according to a road surface condition, without actually detecting a slip of a tire, although the tire has not slipped, a motor output will be controlled and aggravation of start performance degradation or an operation feeling will be caused.

[0005] It aims at offering the drive control unit of the electric vehicle which can secure performance while this invention was made in view of said situation, performs the positive motor torque control according to the slip condition of a wheel and secures driving stability on a road surface with low frictional resistance.

[0006]

[Means for Solving the Problem] The drive control unit of the electric vehicle by this invention computes the acceleration of the rotational frequency empty vehicle ring of a drive motor. A slip detection means to judge the existence of a slip of a wheel from the acceleration of this wheel, and the acceleration of the car body based on the torque command value of said drive motor, When judged with those of a wheel with a slip by said slip detection means, When the torque down of the torque command value to said drive motor was carried out and it is judged with having no slip of a wheel by said slip detection means, It has the torque control [ value / to said drive motor / torque command ] means according to the amount of accelerator pedal treading in controlled to usually become the command value of transit.

[0007]

[Function] In the drive control unit of the electric vehicle by this invention The acceleration of the wheel computed from the rotational frequency of a drive motor, the acceleration of the car body based on the torque command value of a drive motor, and the existence of a slip of an empty vehicle ring are judged. When it judges with those of a wheel with a slip, the torque down of the torque command value to a drive motor is carried out, and when it judges with having no slip of a wheel, the torque command value to a drive motor is controlled to become the command value of the usual transit according to the amount of accelerator pedal treading in.

[0008]

[Example] Hereafter, the example of this invention is explained with reference to a drawing. A drawing is applied to one example of this invention. Drawing 1 The circuit block diagram of a motor control system, The flow chart of motor torque control processing and drawing 4 drawing 2 and drawing 3 The flow chart of slip detection processing, The explanatory view showing the grade resistance of a vehicle [ in / in drawing 5 / an inclination way ], the explanatory view in which drawing 6 shows the output characteristics of an accelerator pedal switch and an accelerator sensor, The explanatory view in which drawing 7 shows a shift lever and a shift switch, the explanatory view in which drawing 8 shows the characteristic curve of a motor, the explanatory view in which

drawing 9 shows the relation between an accelerator pedal stroke and an output torque, and drawing 10 are the explanatory views of the map for a slip judging.

[0009] In drawing 1, a sign 2 is a motor for transit carried in an electric vehicle, and is an alternating current induction motor in this example. The transformer axles 3 which consist of a reducer and a differential gear are formed successively through the clutch by this motor 2, and the driving force from this transformer axle 3 is transmitted to both the front wheels 5 through the knuckle spindle 4 on either side.

[0010] Moreover, the motorised circuit 6 which consists of an inverter which changes into the high frequency of a predetermined electrical potential difference the direct current voltage from the Main dc-battery 9 which is a main power supply for a transit drive is connected to said motor 2, the motor controller 7 which controls the frequency of a motor, an electrical potential difference, and a current (skid) in this motorised circuit 6 is connected to it, and the vehicle controller 8 which outputs a torque command signal to this motor controller 7 is further connected to it.

[0011] Said motor controller 7 consists of PWM controllers which output the PWM (Pulse Density Modulation) signal for controlling the frequency of a motor, an electrical potential difference, and a current (skid) from the torque command signal from said vehicle controller 8, and said vehicle controller 8 consists of microcomputers to which CPU, ROM, RAM, an I/O interface, etc. were connected through the bus.

[0012] And said I/O interface is vehicle minded [ said / 8 ]. The accelerator pedal switch 10, the accelerator sensor 11, the shift switch 12, the rotation sensors 13a and 13b, And the switch sensors of the brake-pedal switch 20 are formed successively to the brake pedal which is not illustrated. And said motor controller 7 is connected, the signal from each switch sensors is processed, the torque over said motor 2 is set up according to the amount of accelerator treading in, and it outputs to said motor controller 7.

[0013] As said accelerator pedal switch 10 and said accelerator sensor 11 are shown in drawing 5, and it is formed successively by the accelerator pedal 14 prepared in the floor line of the driver's seat of an electric vehicle 1 and is shown in drawing 6, said accelerator pedal switch 10 turns on by the minute stroke of beginning which said accelerator pedal 14 completes, and the accelerator signal which carried out proportionally [ abbreviation ] is outputted to the amount of treading in of said accelerator pedal 14 (accelerator pedal stroke) from said accelerator sensor 11.

[0014] Moreover, as shown in drawing 7, said shift switch 12 is a switch which are formed successively by the base of a shift lever 15 and detects a shift position, and when said shift lever 15 is shifted to the location of transit range, such as a neutral range (N range), a drive range (D range), and a reverse range (R range), it detects the shift position.

[0015] Moreover, said rotation sensors 13a and 13b are attached in said motor 2 at the predetermined spacing, it is the sensor which generates the pulse signal from which a phase differs mutually, and the rotational frequency and hand of cut of said motor 2 are detected by comparing the pulse signal of two different phases by said vehicle controller 8.

[0016] On the other hand, the sign 16 in drawing 1 is a subdc-battery for control power sources, and if this subdc-battery 16 is connected to said motor controller 7 and said vehicle controller 8 through a key switch 17 and said key switch 17 is turned on, the power source for control will be supplied to said motor controller 7 and said vehicle controller 8.

[0017] And while realizing the function as a slip detection means perform the program of the slip detection processing mentioned later by said vehicle controller 8, and judge the existence of a slip of a wheel, the function as a torque control means performs in the program of the motor torque control processing mentioned later, and control the output torque of said motor 2 realizes, and the torque command (rate command) signal of a torque rise and a torque down outputs to said motor controller 7.

[0018] Hereafter, drive control processing of the motor 2 by said vehicle controller 8 is explained according to the flow chart of drawing 2 - drawing 4.

[0019] First, in motor torque control processing of drawing 2 and drawing 3, the vehicle speed judges whether they are nothing or a minute condition at step S1, and in being under transit with the vehicle speed more than predetermined, it usually shifts to transit control from step S1, in the case of nothing [ vehicle speed ] or a minute condition, it progresses to step S2, and judges whether a shift position is D or R range with the signal from the shift switch 12.

[0020] And when a shift position is N range, a motor 2 is stopped and it escapes from a program, when a shift position is D or R range, it progresses to step S3 from said step S2, and the hand of cut of a motor 2 is calculated from the signal of two pulses with which the phases from the rotation sensors 13a and 13b differ, and it investigates whether the hand of cut of a motor 2 is opposite to a shift position by step S4.

[0021] Consequently, when the hand of cut of a motor 2 is the same direction to a shift position, namely, while the motor 2 is rotating in the vehicle advance direction to D range, or while the motor 2 is rotating in the vehicle

retreat direction to R range It progresses to henceforth [ step S13 ] from said step S4, and to a shift position, when the hand of cut of a motor 2 opposite, it is judged as the condition that the vehicle has slipped down by the road with inclination, and progresses to henceforth [ step S5 ] from said step S4.

[0022] First, the processing after step S5 in the condition that the vehicle has slipped down by the road with inclination is explained. extent which whether the accelerator pedal switch's 10 turning on and an operator apply a guide peg to an accelerator pedal 14 at step S5, and the accelerator pedal switch 10 turns on -- it investigates whether it is the condition broken in slightly, an operator separates a guide peg from an accelerator pedal 14, and when the accelerator pedal switch 10 is OFF, it progresses to step S6 from said step S5.

[0023] At step S6, further, the brake-pedal switch 20 investigates whether it is ON, and when the brake-pedal switch 20 is ON Suspend a motor 2, escape from a program, and when the brake-pedal switch 20 is OFF, by said step S4 It turns out that a vehicle slips down on an inclination way and is in a condition, and when both the accelerator pedal switch 10 and the brake-pedal switch 20 are OFF, it progresses to step S7 from said step S5, and it slips down and considers as resistance mode. It slips down, and it is the mode for preventing this thing [ that a vehicle slips down on an inclination way ], and resistance mode outputs the torque command value T which generates the minute torque TS 1 set up beforehand to the motor controller 7, and returns to said step S5.

[0024] And in the loop formation of step S5 to the step S7, even if it drives a motor 2 with the minute torque TS 1 in said shearing omission resistance mode, the shearing omission of a vehicle may occur on the large inclination way of an inclination. In this case, if an operator breaks in accelerator 14 slightly, the accelerator pedal switch 10 will serve as ON, it will progress to step S8 from step S5, and the accelerator signal from the accelerator sensor 11 will investigate [ nothing or ] whether it is minute.

[0025] At said step S8, when an accelerator signal is in the condition which put the guide peg lightly on nothing or minuteness 14, i.e., an accelerator pedal When it progresses to step S9 from said step S8, the rotational frequency of a motor 2 investigates [ of S\*\*1 ] whether it is a restricted idle state mostly and the condition S of nothing, i.e., the skid of a motor 2, is a restricted idle state, To said step S5, when it is not return and a restricted idle state In the direction which it progresses to step S10, and the frequency, electrical potential difference, and current (skid) of a motor 2 are changed, and sets the rotational frequency of a motor 2 to 0, only amount of unit torque amendments delta ti outputs the torque command value T brought [ which is brought down and torque-rises ] down to the motor controller 7, and returns to said step S5.

[0026] The motor torque TS in the inclination way of an electric vehicle 1 to prevent [ slip down, and / for Force (rolling resistance) F to be  $F = mgsin\theta$  when vehicle weight of an electric vehicle 1 is set to m, as shown in drawing 5 , and ] shearing omission sets a tire effective radius to R, it sets a reduction gear ratio to i here, and it is given by  $TS = F - R/i$ .

[0027] On the other hand, if the motor 2 which is an induction motor sets to ns, the rotational frequency, i.e., the synchronous rotational frequency, of rotating magnetic field of a stator, and sets a rotator rotational frequency to n, a skid S will be  $S = (\text{second}-n)/ns$ , and value  $PM/\omega$  ( $\omega = 2\pi n/60$ ) which \*(ed) the secondary output (mechanical power output) PM which is the function of this skid S and the motor electrical potential difference V with the rotator angular velocity  $\omega$  will serve as the generating torque TM of a motor 2. And the condition of the retarder which is rotating to hard flow, and the range of  $S < 0$  are in the condition of a generator, generating the torque of the direction as the directions torque as motor operation where the condition of a motor usual in the range of  $0 \leq S \leq 1$  and the range of  $S > 1$  are the same, as shown in drawing 8 .

[0028] Therefore, if the generating torque TM of the motor 2 in the field frequency f0 is  $TM < TS$ , since the shearing omission of a vehicle will occur, the rotator rotational frequency n of a motor 2 will serve as negative and it will become the braking operating range of  $S > 1$ , In the condition of getting into the accelerator pedal 14 slightly A frequency [ as opposed to / repeat the loop formation of steps S5-S10, and / a motor 2 ], Amend an electrical potential difference and a current (skid), and it is made to become  $TM = TS$  finally, and the rotator of a motor 2 slips down and it enables it to make a vehicle stand it still on an inclination way by the restricted idle state of  $S = 1$  ( $n = 0$ ) which resists the force and stands it still.

[0029] Next, if it gets into an accelerator pedal 14 further and the amount of treading in of an accelerator pedal 14 exceeds the set point, it will investigate whether it branches from said step S8 to step S11, and to a shift position, that it is the contrary, i.e., a vehicle, slips down, the hand of cut of a motor 2 escapes from a condition, and it is progressing in the shift direction.

[0030] Consequently, while it slips down and the condition is still continuing, the torque command value T in which the frequency, electrical potential difference, and current (skid) of a motor 2 are changed, and only amount of unit torque amendments delta ti carries out a torque rise at step S12 is outputted to the motor controller 7, and it returns to said step S5. On the other hand, when it slips down and escapes from a condition, it progresses to henceforth [ step S13 ].

[0031] that is, at the time of start, it is shown in drawing 9 -- as -- usually -- the accelerator pedal stroke at the time of transit (detection value of the accelerator sensor 11) -- receiving -- beforehand -- the inside of the vehicle controller 8 -- a map -- the basic torque  $T_{BASE}$  -- [ the torque ] and stored -- every [ amount of unit torque amendments  $\Delta T_i$  ] -- shearing omission is prevented as it was made to increase in step.

[0032] Next, the step S13 or subsequent ones when the hand of cut of a motor 2 is no longer an opposite direction is explained to a shift position.

[0033] At step S13, the accelerator pedal switch 10 investigates whether it is ON, when the accelerator pedal switch 10 is OFF, it is step S14 and the brake-pedal switch 20 investigates further whether it is ON. consequently, when the brake-pedal switch 20 is ON (i.e., when an operator separates a guide peg from an accelerator pedal 14 and the brake pedal which is not illustrated is stepped on) When it is judged as a vehicle halt, a motor 2 is suspended, it escapes from a program and the brake-pedal switch 20 is OFF, That is, when the operator has detached the guide peg for either the accelerator pedal 14 and the brake pedal which is not illustrated, it is judged as the transit in slow speed, and progresses to step S15 from said step S14.

[0034] At step S15, the torque command value  $T$  in the crawling mode in which the minute torque  $T_S$  2 is generated is outputted to the motor controller 7, and it returns to said step S2. The crawling mode in this step S15 is equivalent to the slow speed of the creep by the automatic transmission which used the hydraulic torque converter, or is the mode in which the slow speed not more than it is generated, and can mitigate an operator's burden from complicated operation in crawling transit of delay transit etc.

[0035] It investigates whether it is in the condition to which it progressed to step S16 from said step S13, and the accelerator signal carried the guide peg lightly in nothing or the minute condition 14, i.e., an accelerator pedal, at said step S13 on the other hand when the accelerator pedal switch 10 was ON. Where a guide peg is lightly put on an accelerator pedal 14, an accelerator signal and nothing or when minute At step S17, the rotational frequency of a motor 2 investigates whether it is the restricted idle state of nothing, and at the time of a restricted idle state, to step S13, when it is not return and a restricted idle state It progresses to step S18, the torque command value  $T$  which makes it downed [ are downed and it torque-rises / value ] in the direction in which the frequency, electrical potential difference, and current (skid) of a motor 2 are changed, and only amount of unit torque amendments  $\Delta T_i$  sets the rotational frequency of a motor 2 to 0 is outputted to the motor controller 7, and it returns to said step S13.

[0036] next, an accelerator signal -- nothing -- or if extent which is not minute gets into an accelerator pedal 14, it will progress to step S19 from said step S16, slip detection processing will be performed, and the existence of a slip will be detected.

[0037] By this slip detection processing, first, the rotational frequency  $N$  of a motor 2 is read at step S30, and acceleration  $a$  is calculated at step S31 from variation  $\Delta N$  in time amount  $\Delta t$  of this rotational frequency  $N$  ( $\Delta N / \Delta t = a$ ). Since rotation of a motor 2 is transmitted to a wheel, without minding a clutch, this acceleration  $a$  turns into acceleration of a wheel.

[0038] Next, if it progresses to step S32 and the current torque command value  $T$  is read, it will investigate whether with reference to the map for a slip judging, it is in a slip field at step S34 by step S33 by making into a parameter wheel acceleration  $a$  computed at this torque command value  $T$  and said step S31.

[0039] namely, when a road surface is certainly gripped and it runs a road surface, without a tire slipping, acceleration  $a'$  of a car body Since it carries out proportionally [ abbreviation ] at the generating torque of a motor 2, said map for a slip judging As shown in drawing 10, car-body acceleration  $a'$  for which it asked by experiment etc. beforehand corresponding to the torque command value  $T$  is made into boundary Rhine. If the wheel acceleration  $a$  calculated from the current motor rotational frequency to car-body acceleration  $a'$  which is divided into the slip field and the grip field and becomes settled in the current torque command value  $T$  is in the field of  $a > a'$  It is in the slip condition that the wheel acceleration from which a tire races and driving force is not completely transmitted to a road surface is larger than car-body acceleration. If the wheel acceleration  $a$  calculated from the current motor rotational frequency to car-body acceleration  $a'$  which becomes settled in the current torque command value  $T$  is in the field of  $a \leq a'$  It is in the condition the acceleration of a wheel and whose acceleration of a car body corresponded, or the condition on the way of the output torque of a motor 2 going up to the value according to the torque command value  $T$ , and it can be judged that a tire is in a grip condition.

[0040] therefore, when the wheel acceleration  $a$  is in  $a > a'$ , i.e., a slip field, to car-body acceleration  $a'$  which becomes settled in the current torque command value  $T$  In order to progress to step S35 from said step S34 and to show a condition with a slip, For example, in setting a flag, escaping from a routine and being in  $a \leq a'$ , i.e., a grip field, in order to progress to step S36 from said step S34 and to show a condition without a slip, a flag is cleared and it escapes from a routine.



[0041] In addition, in said map for a slip judging, in the very small field in which a slip cannot take place, acceleration makes boundary R for a slip judging (car-body acceleration) the fixed value ( $\Delta N / \Delta t$ ) L, and is attaining stabilization of the control system in the field where a torque command value is low.

[0042] And if it returns from the above slip detection processing to motor torque control processing, with reference to a flag, the existence of a slip is investigated at step S20, when there is a slip, the torque command value T after amendment in which progressed to step S21 and only amount of unit torque amendments  $\Delta t_i$  carried out the torque down will be outputted to the motor controller 7, and it will return to step S2.

[0043] On the other hand, when it is judged at said step S20 that there is no slip, it progresses to step S22 and whether the value whose basic torque's TBASE corresponds with said torque command value T after amendment mostly by treading in (increase of an accelerator pedal stroke) of an accelerator pedal 14 having been reached, and  $T - TBASE = \Delta T \times 0$  are investigated, and -- the time of  $\Delta T \times 0$  -- treading in of an accelerator pedal 14 -- the inside of the above-mentioned vehicle controller 8 -- a map -- are-izing, and the basic torque stored judges that it is in the condition of having reached the torque command value after amendment, and usually shifts to transit control.

[0044] When it judges that it is not  $\Delta T \times 0$  at step S22, it progresses to step S23.  $\Delta T > 0$  When treading in of 0 [14], i.e., an accelerator pedal, is small, to step S13 Return, When treading in of  $\Delta T < 0$  [14], i.e., an accelerator pedal, is large, it progresses to step S24, and it repeats until only amount of unit torque amendments  $\Delta t_i$  carries out a torque rise and return and the process which is the above-mentioned respectively are set to  $\Delta T \times 0$  to step S13.

[0045] Without this requiring skill of an operator like before, slope start can be performed smoothly, the shearing omission by the lack of treading in of an accelerator pedal 14 and the sudden start by the counteraction can be avoided, and an operator's burden can be mitigated.

[0046] Moreover, when it is in the condition that the frictional resistance of a road is low, while being able to perform the positive torque control according to the existence of a slip of a wheel and improving driving stability, smooth start is enabled and aggravation of an operation feeling can be prevented.

[0047] In addition, in this example, although the example whose motor 2 for transit is an alternating current induction motor was explained, an alternating current synchronous motor or a DC motor is sufficient as a motor 2, without limiting this invention to this. Moreover, an accelerator pedal switch signal may have and make an accelerator signal serve a double purpose.

[0048]  
[Effect of the Invention] As explained above, according to this invention, the acceleration of the wheel computed from the rotational frequency of a drive motor, the acceleration of the car body based on the torque command value of a drive motor, and the existence of a slip of an empty vehicle ring are judged. When it judges with those of a wheel with a slip, the torque down of the torque command value to a drive motor is carried out. In order [ which responded the torque command value to a drive motor to the amount of accelerator pedal treading in when it judged with having no slip of a wheel ] to control to usually become the command value of transit, While being able to perform the positive motor torque control according to the slip condition of a wheel and securing driving stability on a road surface with low frictional resistance, the effectiveness which was [ be / performance / securable ] excellent is acquired.

---

[Translation done.]

The Page Blank Sample

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The circuit block diagram of a motor control system

[Drawing 2] The flow chart of motor torque control processing

[Drawing 3] The flow chart of motor torque control processing (continuation)

[Drawing 4] The flow chart of slip detection processing

[Drawing 5] The explanatory view showing the grade resistance of the vehicle in an inclination way

[Drawing 6] The explanatory view showing the output characteristics of an accelerator pedal switch and an accelerator sensor

[Drawing 7] The explanatory view showing a shift lever and a shift switch

[Drawing 8] The explanatory view showing the characteristic curve of a motor

[Drawing 9] The explanatory view showing the relation between an accelerator pedal stroke and an output torque

[Drawing 10] The explanatory view of the map for a slip judging

[Description of Notations]

1 Electric Vehicle

2 Motor

8 Vehicle Controller

---

[Translation done.]

This Page Blank (copy)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-182118

(43) 公開日 平成8年(1996)7月12日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>  
B 6 0 L 15/20

識別記号 庁内整理番号  
Y  
J

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平6-320540

(22) 出願日 平成6年(1994)12月22日

(71) 出願人 000005348

富士重工業株式会社

東京都新宿区西新宿一丁目7番2号

(72) 発明者 鈴木 明

東京都三鷹市大沢3丁目9番6号 株式会  
社スバル研究所内

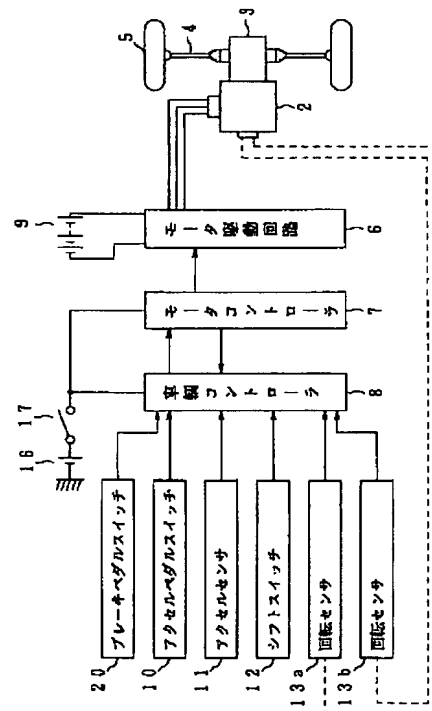
(74) 代理人 弁理士 伊藤 進

(54) 【発明の名称】 電気自動車の駆動制御装置

(57) 【要約】

【目的】 車輪のスリップ状態に応じた確実なモータトルク制御を行い、摩擦抵抗の低い路面で操縦安定性を確保するとともに、運転性能を確保する。

【構成】 車輪コントローラ8で、モータ2の回転数から車輪の加速度を演算し、この加速度と現在のトルク指令値Tとからスリップの有無を判定する。そして、スリップが有るときには、モータ2のトルク指令値をトルクダウンさせてモータコントローラ7へ指令し、スリップが無いときには、現在のトルク指令値が基本トルク値に達した後、通常走行制御へ移行する。これにより、摩擦抵抗の低い道路における走行をスムーズに行なえるようにする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 走行用モータの回転数から車輪の加速度を算出し、この車輪の加速度と前記走行用モータのトルク指令値に基づく車体の加速度とから、車輪のスリップの有無を判定するスリップ検出手段と、

前記スリップ検出手段により車輪のスリップ有りと判定された場合、前記走行用モータへのトルク指令値をトルクダウンさせ、前記スリップ検出手段により車輪のスリップ無しと判定された場合、前記走行用モータへのトルク指令値をアクセルペダル踏込量に応じた通常走行の指令値となるよう制御するトルク制御手段とを備えたことを特徴とする電気自動車の駆動制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、低摩擦路における操縦安定性を向上する電気自動車の駆動制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 一般に、電気自動車では、モータの平坦なトルク特性により滑らかな運転フィーリングが得られるが、反面、積雪、凍結などにより路面状態が悪い場合には、モータの低回転トルクが比較的大きいため、微妙なアクセル操作が要求され、運転者の負担が増すという問題があった。

【0003】 このため、例えば、実開平5-95110号公報には、路面の濡れの有無を検出し、路面が濡れていると判断した信号を受けた時に、発進時の出力電流を制限して電動機軸出力を抑制することにより、電気自動車が低 $\mu$ 路を発進する際に、タイヤがスリップするのを防止する技術が開示されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、路面が濡れていても、必ずしもタイヤがスリップするわけではなく、前記先行技術のように、実際にタイヤのスリップを検出せずに一義的に路面状態によってモータ出力を抑制すると、タイヤがスリップしていないにも拘わらずモータ出力が抑制されて発進性能の低下や運転フィーリングの悪化を招いてしまう。

【0005】 本発明は前記事情に鑑みてなされたもので、車輪のスリップ状態に応じた確実なモータトルク制御を行い、摩擦抵抗の低い路面で操縦安定性を確保するとともに、運転性能を確保することのできる電気自動車の駆動制御装置を提供することを目的としている。

【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明による電気自動車の駆動制御装置は、走行用モータの回転数から車輪の加速度を算出し、この車輪の加速度と前記走行用モータのトルク指令値に基づく車体の加速度とから、車輪のスリップの有無を判定するスリップ検出手段と、前記スリップ検出手段により車輪のスリップ有りと判定された場合、前記走行用モータへのトルク指令値をトルクダウン

させ、前記スリップ検出手段により車輪のスリップ無しと判定された場合、前記走行用モータへのトルク指令値をアクセルペダル踏込量に応じた通常走行の指令値となるよう制御するトルク制御手段とを備えたものである。

【0007】

【作用】 本発明による電気自動車の駆動制御装置では、走行用モータの回転数から算出した車輪の加速度と走行用モータのトルク指令値に基づく車体の加速度とから車輪のスリップの有無を判定し、車輪のスリップ有りと判定した場合、走行用モータへのトルク指令値をトルクダウンさせ、車輪のスリップ無しと判定した場合、走行用モータへのトルク指令値をアクセルペダル踏込量に応じた通常走行の指令値となるよう制御する。

【0008】

【実施例】 以下、図面を参照して本発明の実施例を説明する。図面は本発明の一実施例に係り、図1はモータ制御系の回路ブロック図、図2及び図3はモータトルク制御処理のフローチャート、図4はスリップ検出処理のフローチャート、図5は勾配路における車輛の登坂抵抗を示す説明図、図6はアクセルペダルスイッチ及びアクセルセンサの出力特性を示す説明図、図7はシフトレバー及びシフトスイッチを示す説明図、図8はモータの特性曲線を示す説明図、図9はアクセルペダルストロークと出力トルクとの関係を示す説明図、図10はスリップ判定用マップの説明図である。

【0009】 図1において、符号2は電気自動車に搭載される走行用のモータであり、本実施例においては、交流誘導電動機である。このモータ2には、減速機及びデファレンシャルギヤからなるトランスアクスル3がクラッチを介することなく連設されており、このトランスアクスル3からの駆動力が左右の前輪軸4を介して両前輪5に伝達されるようになっている。

【0010】 また、前記モータ2には、走行駆動用の主電源であるメインバッテリー9からの直流電圧を所定の電圧の高周波に変換するインバータ等からなるモータ駆動回路6が接続され、このモータ駆動回路6に、モータの周波数、電圧、電流（すべり）を制御するモータコントローラ7が接続され、さらに、このモータコントローラ7に、トルク指令信号を出力する車輛コントローラ8が接続されている。

【0011】 前記モータコントローラ7は、例えば、前記車輛コントローラ8からのトルク指令信号からモータの周波数、電圧、電流（すべり）を制御するためのPWM（パルス幅変調）信号を出力するPWMコントローラ等から構成され、前記車輛コントローラ8は、CPU、ROM、RAM、I/Oインターフェース等がバスを介して接続されたマイクロコンピュータ等から構成されている。

【0012】 そして、前記車輛コントローラ8には、前記I/Oインターフェースを介して、アクセルペダルス

イッチ10、アクセルセンサ11、シフトスイッチ12、回転センサ13a、13b、及び、図示しないブレーキペダルに連設するブレーキペダルスイッチ20等のスイッチ・センサ類、及び、前記モータコントローラ7が接続されており、各スイッチ・センサ類からの信号を処理し、アクセル踏込量に応じて前記モータ2に対するトルクを設定して前記モータコントローラ7に出力する。

【0013】前記アクセルペダルスイッチ10及び前記アクセルセンサ11は、図5に示すように、電気自動車1の運転席の床面に設けたアクセルペダル14に連設されており、図6に示すように、前記アクセルペダル14の踏み始めの微小ストロークで前記アクセルペダルスイッチ10がONし、また、前記アクセルペダル14の踏込量（アクセルペダルストローク）に略比例したアクセル信号が前記アクセルセンサ11から出力されるようになっている。

【0014】また、前記シフトスイッチ12は、図7に示すように、シフトレバー15の基部に連設されてシフト位置を検出するスイッチであり、前記シフトレバー15がニュートラルレンジ（Nレンジ）、ドライブレンジ（Dレンジ）、リバースレンジ（Rレンジ）等の走行レンジの位置にシフトされたときに、そのシフト位置を検出するようになっている。

【0015】また、前記回転センサ13a、13bは、前記モータ2に所定の間隔で取り付けられ、互いに位相の異なるパルス信号を発生するセンサであり、前記車輛コントローラ8では、異なる2相のパルス信号を比較することにより前記モータ2の回転数と回転方向とを検出するようになっている。

【0016】一方、図1における符号16は、制御電源用のサブバッテリーであり、このサブバッテリー16がキースイッチ17を介して前記モータコントローラ7及び前記車輛コントローラ8に接続され、前記キースイッチ17がONされると、前記モータコントローラ7及び前記車輛コントローラ8に制御用電源が供給される。

【0017】そして、前記車輛コントローラ8では、後述するスリップ検出処理のプログラムを実行して車輪のスリップの有無を判定するスリップ検出手段としての機能を実現するとともに、後述するモータトルク制御処理のプログラムを実行して前記モータ2の出力トルクを制御するトルク制御手段としての機能を実現し、トルクアップ、トルクダウンのトルク指令（速度指令）信号を前記モータコントローラ7に出力する。

【0018】以下、前記車輛コントローラ8によるモータ2の駆動制御処理について、図2～図4のフローチャートに従って説明する。

【0019】まず、図2及び図3のモータトルク制御処理では、ステップS1で車速が無又は微小な状態か否かを判断し、所定以上の車速で走行中である場合には、ス

ップS1から通常走行制御へ移行し、車速無又は微小な状態の場合には、ステップS2へ進んで、シフトスイッチ12からの信号により、シフト位置がD又はRレンジであるかを判断する。

【0020】そして、シフト位置がNレンジであるときには、モータ2を停止させてプログラムを抜け、シフト位置がD又はRレンジであるときには、前記ステップS2からステップS3へ進んで、回転センサ13a、13bからの位相の異なる2つのパルスの信号からモータ2の回転方向を演算し、ステップS4で、シフト位置に対してモータ2の回転方向が反対か否かを調べる。

【0021】その結果、シフト位置に対しモータ2の回転方向が同じ方向であるとき、すなわち、Dレンジに対して車輛前進方向にモータ2が回転しているとき、あるいはRレンジに対して車輛後退方向にモータ2が回転しているときには、前記ステップS4からステップS13以降へ進み、シフト位置に対しモータ2の回転方向が反対のときには、勾配のある道路で車輛がずり落ちている状態と判断して前記ステップS4からステップS5以降へ進む。

【0022】まず、勾配のある道路で車輛がずり落ちている状態でのステップS5以降の処理について説明する。ステップS5では、アクセルペダルスイッチ10がONしているか否か、すなわち、運転者がアクセルペダル14に足をかけてアクセルペダルスイッチ10がONする程度僅かに踏み込んでいる状態か否かを調べ、運転者がアクセルペダル14から足を離しアクセルペダルスイッチ10がOFFであるときには、前記ステップS5からステップS6へ進む。

【0023】ステップS6では、さらに、ブレーキペダルスイッチ20がONか否かを調べ、ブレーキペダルスイッチ20がONのときには、モータ2を停止してプログラムを抜け、ブレーキペダルスイッチ20がOFFのとき、すなわち、前記ステップS4で、車輛が勾配路でずり落ち状態にあることがわかり、アクセルペダルスイッチ10及びブレーキペダルスイッチ20が共にOFFのときには、前記ステップS5からステップS7へ進み、ずり落ち抵抗モードとする。このずり落ち抵抗モードは勾配路において車輛がずり落ちることを防止するためのモードであり、予め設定した微小トルクTS1を発生させるトルク指令値Tをモータコントローラ7へ出力して前記ステップS5へ戻る。

【0024】そして、ステップS5からステップS7のループにおいて、前記ずり落ち抵抗モードの微小トルクTS1でモータ2を駆動しても傾斜の大きい勾配路で車輛のずり落ちが発生する場合がある。この場合に、運転者がアクセルペダル14を僅かに踏み込むと、アクセルペダルスイッチ10がONとなってステップS5からステップS8へ進み、アクセルセンサ11からのアクセル信号が無又は微小であるかを調べる。

【0025】前記ステップS8で、アクセル信号が無又は

微小、すなわちアクセルペダル14に軽く足を乗せた状態である場合には、前記ステップS8からステップS9へ進み、モータ2の回転数が無の状態、すなわち、モータ2のすべりSが $S \approx 1$ のほぼ拘束停止状態であるか否かを調べ、拘束停止状態であるとき、前記ステップS5へ戻り、拘束停止状態でないときには、ステップS10へ進んで、モータ2の周波数、電圧及び電流（すべり）を変化させてモータ2の回転数を0とする方向に単位トルク補正量 $\Delta ti$ だけトルクアップ・ダウンさせるトルク指令値Tをモータコントローラ7に出力して前記ステップS5へ戻る。

【0026】ここで、電気自動車1の勾配路におけるずり落ち力（走行抵抗）Fは、図5に示すように、電気自動車1の車輛重量をmとすると、 $F = mgs \sin \theta$ であり、ずり落ちを防止するためのモータトルクTSは、タイヤ有効半径をR、減速比をiとして、 $TS = F \cdot R / i$ で与えられる。

【0027】一方、誘導電動機であるモータ2は、固定子の回転磁界の回転数すなわち同期回転数を $n_s$ 、回転子回転数を $n$ とすると、すべりSは $S = (n_s - n) / n_s$ であり、このすべりS、モータ電圧Vの関数である2次出力（機械的動力出力）PMを、回転子角速度 $\omega$ で除した値 $PM / \omega$ （ $\omega = 2\pi n / 60$ ）がモータ2の発生トルクTMとなる。そして、図8に示すように、 $0 \leq S \leq 1$ の範囲が通常の電動機の状態、 $S > 1$ の範囲が電動機運転としての指示トルクと同じ方向のトルクを発生しながら逆方向に回転している制動機の状態、 $S < 0$ の範囲が発電機の状態である。

【0028】従って、磁界周波数 $f_0$ でのモータ2の発生トルクTMが $TM < TS$ であれば、車輛のずり落ちが発生し、モータ2の回転子回転数 $n$ が負となって $S > 1$ の制動運転領域となるため、アクセルペダル14が僅かに踏み込まれている状態では、ステップS5～S10のループを繰り返してモータ2に対する周波数、電圧及び電流（すべり）を補正して最終的に $TM = TS$ となるようにし、モータ2の回転子がずり落ち力に抗して静止する $S = 1$ （ $n = 0$ ）の拘束停止状態で勾配路に車輛を静止させることができるようにするのである。

【0029】次に、アクセルペダル14がさらに踏み込まれ、アクセルペダル14の踏込量が設定値を越えると、前記ステップS8からステップS11へ分岐し、シフト位置に対してモータ2の回転方向が反対か否か、すなわち、車輛がずり落ち状態から抜けてシフト方向へ進んでいるか否かを調べる。

【0030】その結果、ずり落ち状態が未だ継続しているときには、ステップS12で、モータ2の周波数、電圧及び電流（すべり）を変化させて単位トルク補正量 $\Delta ti$ だけトルクアップさせるトルク指令値Tをモータコントローラ7に出力し、前記ステップS5へ戻る。一方、ずり落ち状態から抜けたときには、ステップS13以降へ進

む。

【0031】すなわち、坂道発進時には、図9に示すように、通常走行時のアクセルペダルストローク（アクセルセンサ11の検出値）に対して予め車輛コントローラ8内にマップ化されて格納されている基本トルクTBASEを、単位トルク補正量 $\Delta ti$ づつステップ的に増加させるようにしてずり落ちを防止している。

【0032】次に、シフト位置に対しモータ2の回転方向が反対方向でなくなった場合のステップS13以降について説明する。

【0033】ステップS13では、アクセルペダルスイッチ10がONか否かを調べ、アクセルペダルスイッチ10がOFFのときには、ステップS14で、さらに、ブレーキペダルスイッチ20がONか否かを調べる。その結果、ブレーキペダルスイッチ20がONのとき、すなわち、運転者がアクセルペダル14から足を離し、図示しないブレーキペダルを踏んでいるときには、車輛停止と判断してモータ2を停止してプログラムを抜け、ブレーキペダルスイッチ20がOFFのとき、すなわち、運転者がアクセルペダル14及び図示しないブレーキペダルのいずれからも足を離しているときには、微速度での走行と判断して前記ステップS14からステップS15へ進む。

【0034】ステップS15では、微小トルクTS2を発生させる微速モードのトルク指令値Tをモータコントローラ7に出力し、前記ステップS2へ戻る。このステップS15における微速モードは、流体トルクコンバータを使用した自動変速機等によるクリープ現象の微速度と同等か、それ以下の微速度を発生させるモードであり、渋滞走行等の微速走行において、繁雑な運転操作から運転者の負担を軽減することができる。

【0035】一方、前記ステップS13で、アクセルペダルスイッチ10がONのときには、前記ステップS13からステップS16へ進み、アクセル信号が無又は微小の状態すなわちアクセルペダル14に軽く足をのせた状態であるかを調べる。そして、アクセルペダル14に軽く足を乗せた状態で、アクセル信号が無又は微小のときには、ステップS17で、モータ2の回転数が無の拘束停止状態か否かを調べ、拘束停止状態のときにはステップS13へ戻り、拘束停止状態でないときには、ステップS18へ進んで、モータ2の周波数、電圧及び電流（すべり）を変化させて単位トルク補正量 $\Delta ti$ だけモータ2の回転数を0にする方向にトルクアップ・ダウンさせるトルク指令値Tをモータコントローラ7に出力して、前記ステップS13へ戻る。

【0036】次に、アクセル信号が無か又は微小でない程度にアクセルペダル14が踏み込まれると、前記ステップS16からステップS19へ進み、スリップ検出処理を実行してスリップの有無を検出する。

【0037】このスリップ検出処理では、まず、ステップS30でモータ2の回転数Nを読み込み、ステップS31



で、この回転数 $N$ の時間 $\Delta t$ における変化量 $\Delta N$ から加速度 $a$ を演算する( $\Delta N / \Delta t = a$ )。この加速度 $a$ は、モータ2の回転がクラッチを介さずに車輪に伝達されることから、車輪の加速度となる。

【0038】次に、ステップS32へ進み、現在のトルク指令値 $T$ を読み込むと、ステップS33で、このトルク指令値 $T$ と前記ステップS31で算出した車輪加速度 $a$ とをパラメータとしてスリップ判定用マップを参照し、ステップS34で、スリップ領域にあるか否かを調べる。

【0039】すなわち、車体の加速度 $a'$ は、タイヤがスリップすることなく路面を確実にグリップして走行する場合には、モータ2の発生トルクに略比例することから、前記スリップ判定用マップは、図10に示すように、トルク指令値 $T$ に対応して予め実験などにより求めた車体加速度 $a'$ を境界ラインとして、スリップ領域とグリップ領域とに分けられており、現在のトルク指令値 $T$ で定まる車体加速度 $a'$ に対して現在のモータ回転数から演算された車輪加速度 $a$ が $a > a'$ の領域にあれば、タイヤが空転して駆動力が完全には路面に伝わらない車輪加速度が車体加速度よりも大きいスリップ状態にあり、現在のトルク指令値 $T$ で定まる車体加速度 $a'$ に対して現在のモータ回転数から演算された車輪加速度 $a$ が $a \leq a'$ の領域にあれば、車輪の加速度と車体の加速度とが一致した状態、あるいは、モータ2の出力トルクがトルク指令値 $T$ に応じた値まで上昇する途上の状態であり、タイヤがグリップ状態にあると判断することができる。

【0040】従って、現在のトルク指令値 $T$ で定まる車体加速度 $a'$ に対して車輪加速度 $a$ が $a > a'$ 、すなわちスリップ領域にある場合には、前記ステップS34からステップS35へ進み、スリップ有りの状態を示すため、例えばフラグをセットするなどしてルーチンを抜け、 $a \leq a'$ 、すなわちグリップ領域にある場合には、前記ステップS34からステップS36へ進み、スリップ無しの状態を示すため、フラグをクリアするなどしてルーチンを抜ける。

【0041】尚、前記スリップ判定用マップにおいては、加速度がスリップの起こり得ない非常に小さい領域では、スリップ判定用の境界ライン(車体加速度)を一定の値( $\Delta N / \Delta t$ ) $L$ とし、トルク指令値が低い領域での制御系の安定化を図っている。

【0042】そして、以上のスリップ検出処理からモータトルク制御処理に戻ると、ステップS20でフラグを参照するなどしてスリップの有無を調べ、スリップが有るときにはステップS21へ進んで単位トルク補正量 $\Delta ti$ だけトルクダウンさせた補正後トルク指令値 $T$ をモータコントローラ7に出力し、ステップS2へ戻る。

【0043】一方、前記ステップS20でスリップが無いと判断された場合には、ステップS22へ進み、アクセルペダル14の踏み込み(アクセルペダルストロークの増

大)によって基本トルク $T_{BASE}$ が前記補正後トルク指令値 $T$ にほぼ一致する値に達したか否か、すなわち、 $T - T_{BASE} = \Delta T \approx 0$ を調べる。そして、 $\Delta T \approx 0$ のときにはアクセルペダル14の踏み込みによって前述の車輛コントローラ8内にマップ化されて格納されている基本トルクが補正後トルク指令値に達した状態にあると判断して通常走行制御へ移行する。

【0044】ステップS22で、 $\Delta T \approx 0$ でないと判断した際にはステップS23へ進み、 $\Delta T > 0$ 、すなわちアクセルペダル14の踏み込みが小さいときはステップS13に戻り、 $\Delta T < 0$ 、すなわちアクセルペダル14の踏み込みが大きいときはステップS24へ進み、単位トルク補正量 $\Delta ti$ だけトルクアップさせてステップS13へ戻り、各々前述の過程を $\Delta T \approx 0$ になるまで繰り返す。

【0045】これにより、従来のように運転者の熟練を要することなく、坂道発進をスムーズに行なうことができ、アクセルペダル14の踏み込み不足によるずり落ちや、その反動による急発進を回避し、運転者の負担を軽減することができる。

【0046】また、道路の摩擦抵抗が低い状態にある場合、車輪のスリップの有無に応じた確実なトルク制御を行うことができ、操縦安定性を向上するとともに、スムーズな発進を可能として運転フィーリングの悪化を防止することができる。

【0047】尚、本実施例においては、走行用のモータ2が交流誘導電動機である例について説明したが、本発明はこれに限定されることなく、モータ2は、交流同期電動機あるいは直流モータでも良い。また、アクセルペダルスイッチ信号は、アクセル信号をもって兼用しても良い。

【0048】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、走行用モータの回転数から算出した車輪の加速度と走行用モータのトルク指令値に基づく車体の加速度とから車輪のスリップの有無を判定し、車輪のスリップ有りと判定した場合、走行用モータへのトルク指令値をトルクダウンさせ、車輪のスリップ無しと判定した場合、走行用モータへのトルク指令値をアクセルペダル踏込量に応じた通常走行の指令値となるよう制御するため、車輪のスリップ状態に応じた確実なモータトルク制御を行うことができ、摩擦抵抗の低い路面で操縦安定性を確保するとともに、運転性能を確保することができる等優れた効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】モータ制御系の回路ブロック図

【図2】モータトルク制御処理のフローチャート

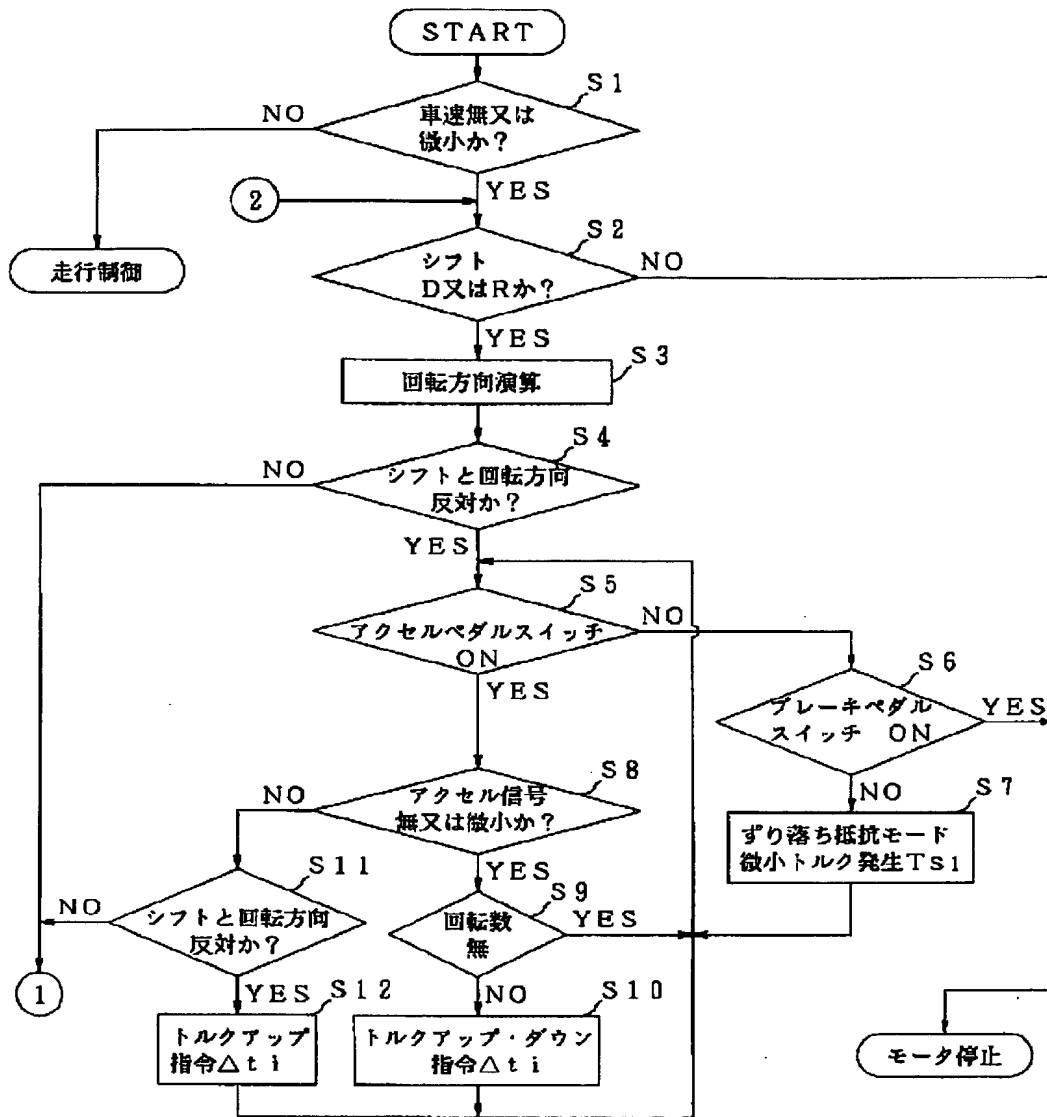
【図3】モータトルク制御処理のフローチャート(続き)

【図4】スリップ検出処理のフローチャート

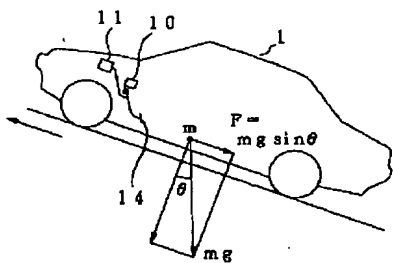
【図5】勾配路における車輛の登坂抵抗を示す説明図



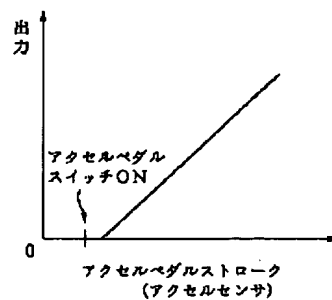
【図2】



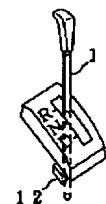
【図5】



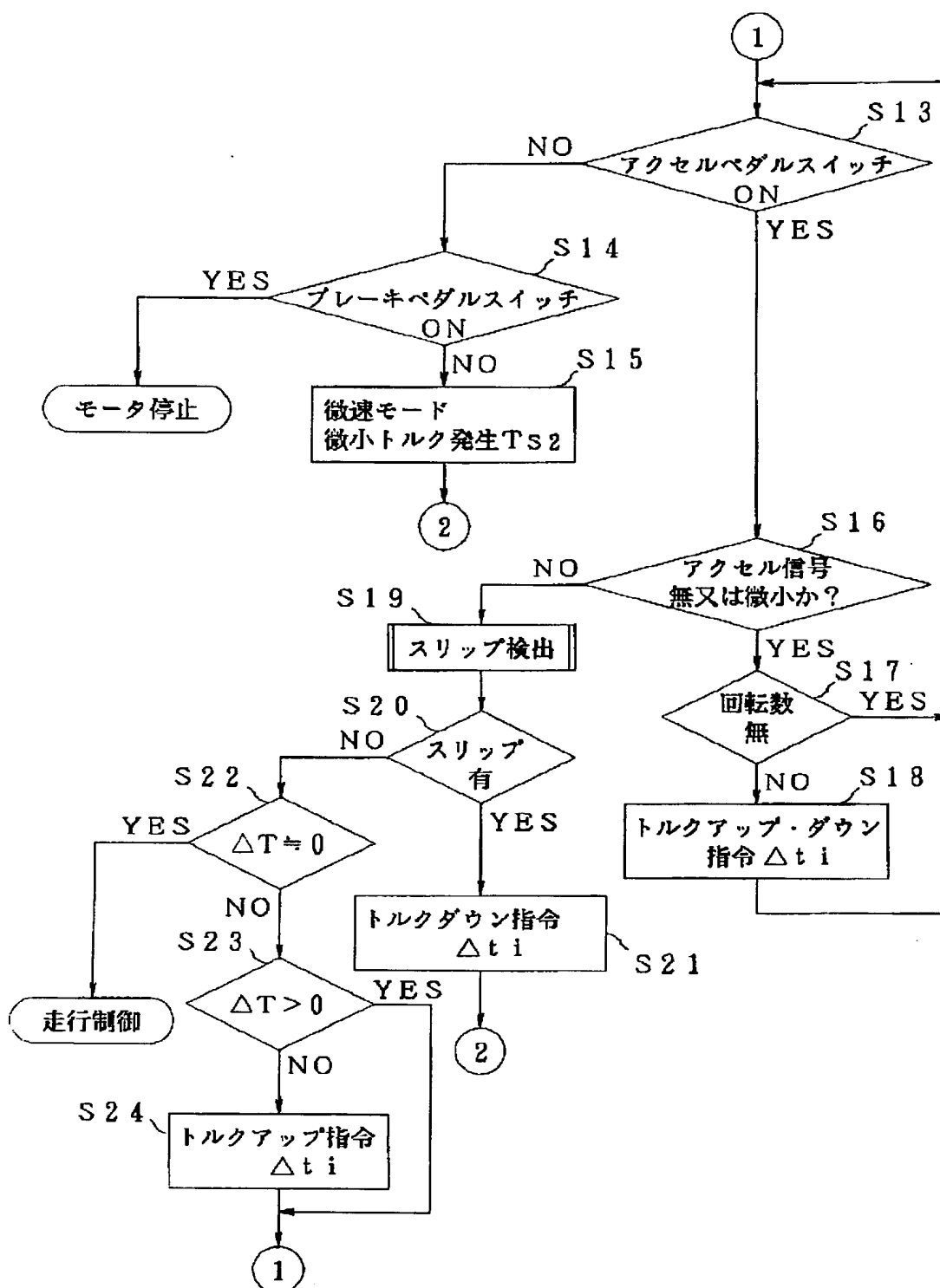
【図6】



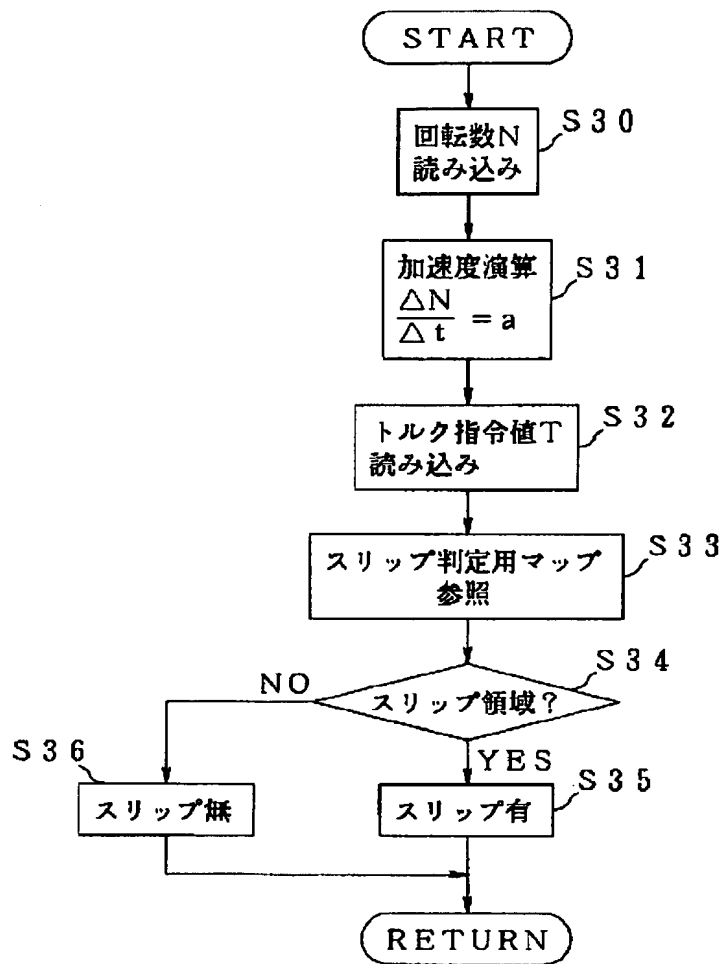
【図7】



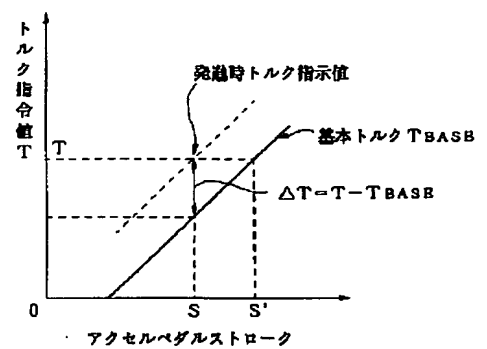
【図3】



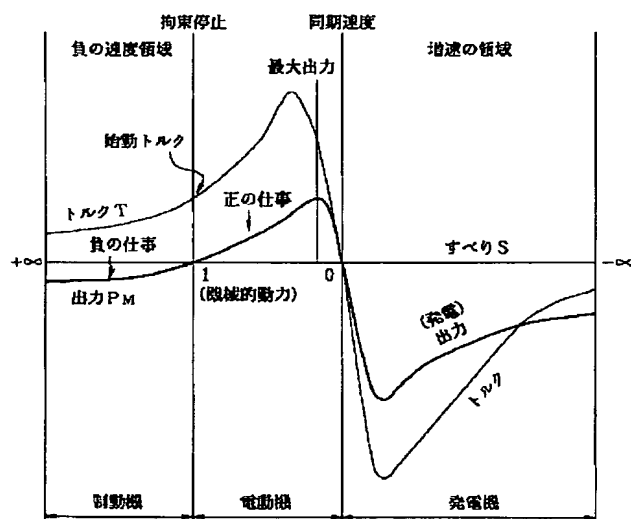
【図4】



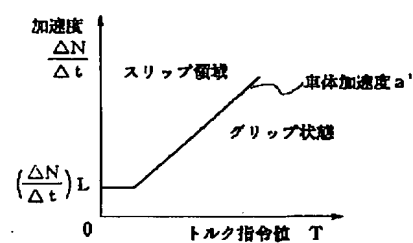
【図9】



【図8】



【図10】



This Page Blank (except)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

This Page Blank (uspto)